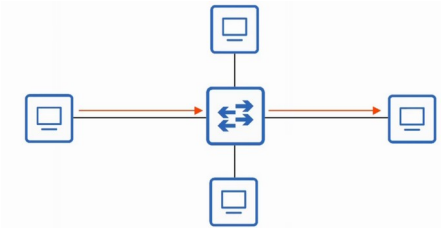
Cours 55 : Wireless Fundamentals

Dans ce cours nous allons apprendre les fondamentaux d'un réseau sans fil.
Nous commencerons par faire une introduction sur les fréquences radios (RF), RF est un classement de fréquences électromagnétiques qui ont été assignés pour plusieurs but différents, en incluant les AM et FM radio, micro-onde, radar et le Wifi.
Le Wifi est l'onde qui nous intéresse le plus, bien évidemment puisque les LANs sans fil, utilisent le Wifi. Nous verrons ensuite les différents Standard Wifi comme définis dans le IEEE 802.11.
Comme de nombreuses variétés de Standard Ethernet sont définis dans le IEEE 802.3, de nombreux Standard LAN sans fil sont définis dans le IEEE 802.11.
Nous verrons certains fondamentaux des LAN sans fil et en quoi ils diffèrent des LAN en câblé.

Commençons par donner une introduction des réseaux sans fils spécifiquement les LANs sans fil.
Aussi nous verrons rapidement d'autres types de réseaux sans fil, dans cette section du cours nous nous concentrerons sur les LANs sans fil qui utilisent le Wifi.
Les standards que l'on utilise pour les LANs sans fil sont définis dans le IEEE 802.11
Le terme Wifi est une marque déposé de « Alliance Wifi », pas directement connecté au IEEE. Le « Wifi Alliance » teste et certifie l'équipement pour les Standard 802.11 et la compatibilité avec et l'interopérabilité avec les autres appareils.

Les appareils qui ont été la certification « Wifi », peuvent utiliser le symbole Wifi Certified comme ci dessus. Dans l'exemple de la photo sur l'arrière d'un point d'accès sans fil Cisco on peut voir que le produit a été certifié par le Wifi Alliance.
Le Wifi n'est pas techniquement le bon terme pour se référer au 802.11 LAN sans fil.
Quand bien même le Wifi est devenue le terme le plus commun pour se référer au 802.11 sans fil et aux LANs nous utiliserons les deux termes dans cette vidéo.
Les réseaux sans fil ont des problèmes dont nous avons à parler avec.
Tout d'abord tout les appareils avec un classement reçoivent tous les paquets, comme les appareils connectés à un Hub Ethernet.

Lorsque l'on utilise un Switch Ethernet, le Switch est capable de partager les paquets seulement à l'appareil concerné. En plus de cela les Switchs permettent aux appareils de fonctionner en utilisant le full duplex, donc les appareils peuvent tout deux envoyer et recevoir des trames en même temps et les collisions ne devraient pas se passer jusqu'à qu'il y ait certains problèmes dans le réseau.
Par exemple dans cette exemple :



Lorsque l’on utilise un Hub Ethernet, le hub va toujours inonder tous les paquets qu’il reçoit et les collisions peuvent se passer lorsque plusieurs appareils essayent d’envoyer et de recevoir le trafique au même moment.

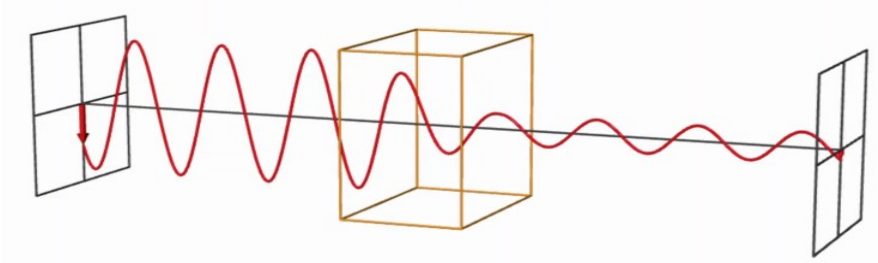
1) Comme avec les appareils connectés à un hub Ethernet lorsqu’un appareil sans fil transmet un paquet tous les appareils sans fil connectés avec de certaines ondes seront capable de recevoir cette trame le signal n’est pas contenu dans un appareil câblé puisque le signal est composé d’ondes électromagnétiques à partir des appareils de transmission.
- Cela peut faire apparaître des problèmes aux données privés lorsque les collisions apparaissent puisqu’en comparaison aux réseaux câblés on n’encrypte pas les données contenus dans le LAN, seulement lorsque l’on envoie des données sur un réseau partagé comme sur Internet. Bien cela, pour les réseaux sans fil il est très important d’encrypter les données dans le LAN, ou bien n’importe qui d’autre avec un appareil dans le classement du transmetteur pourra accéder à ces données.
- Aussi pour éviter les collisions et faciliter les communications Half-Duplex , CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) est utilisé pour faciliter les communications Half-Duplex.
Ce mot ressemble à un autre mot similaire qui est le CSMA/CD qui est utilisé dans les réseaux câblés pour détecter et empêcher les collisions.
Le CSMA/CA est lui utilisé pour les réseaux sans fil pour empêcher les collisions.
Lorsque l’on utilise CSMA/CA, un appareil attendra en stoppant son trafique pour attendre que les autres appareils aient transmis leurs données avant de transmettre lui même ses données.
Si on voit le processus étape par étape le processus est le suivant :
Les trames sont tout d’abord assemblés, puis il attendra pour une période aléatoire de temps, si la chaîne n’est pas disponible, il attendra pour une période de temps aléatoire puis il écoutera le réseau encore une fois. Si la chaîne est disponible cette fois, il va transmettre la trame. C’est une simplification du processus en vérité il y a une fonction optionnel pour savoir sur quelle appareil de transmission l’appareil enverra une « request to send » (RTS), le paquet va attendre pour un « clear to send », (CTS), le paquet depuis le récepteur avant d’actuellement envoyer les données du paquet. Mais c’est seulement une information en plus.

2) Les communications sans fil sont régulés par des variétés de firmes national et international. Il n’est pas permis de transmettre des données sur n’importe quelle chaîne que l’on désire, et quelle chaîne l’on est permis d’utiliser peut aussi varier sur le pays.
Le Standard 802.11 précise quelles fréquences peuvent être utilisés pour des LANs sans fil, et les appareils sont conçus pour utiliser ces fréquences.

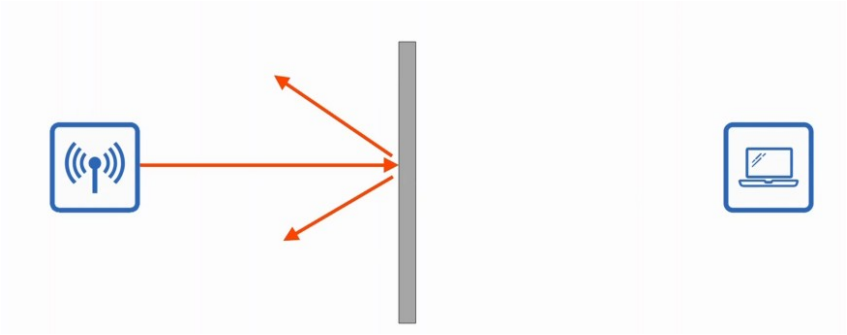
3) Nous devons aussi prendre en considération les zones de recouvrement des signaux sans fil. Dans les connexions câblés nous devons considérer la longueur du câble et dans certains cas les interférences électromagnétiques, mais avec les les connexions sans fil, il y a d’autres facteurs à prendre en compte :
- Tout d’abord le classement du signal, à quelle puissance le signal peut actuellement traverser. Et il y a plusieurs facteurs qui affectent à quelle puissance le signal peut traverser sans être modifié. Ces facteurs sont : l’absorption, la réflexion, la réfraction, la diffraction, et l’éparpillement.

Regardons plus en détail chacun de ces facteurs :
- L’absorption se passe lorsqu’un signal sans fil passe à travers un matériel et est modifié par la chaleur ce qui abîme le signal original.

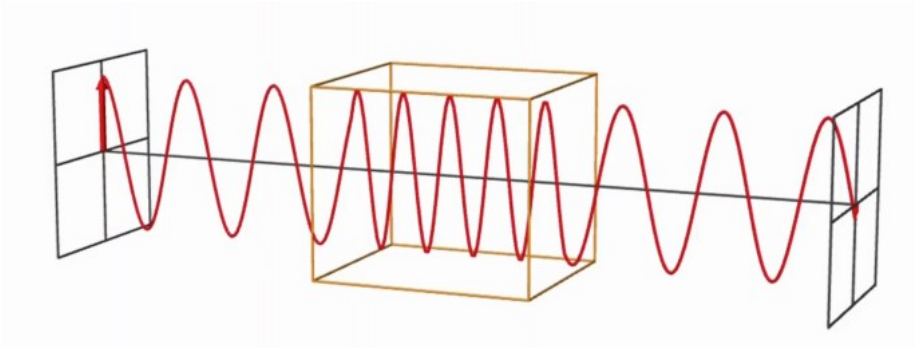
Le signal rebondie en dehors du métal et ne le pénètre que très peu par exemple à l’intérieur d’un ascenseur.
En voici un exemple :



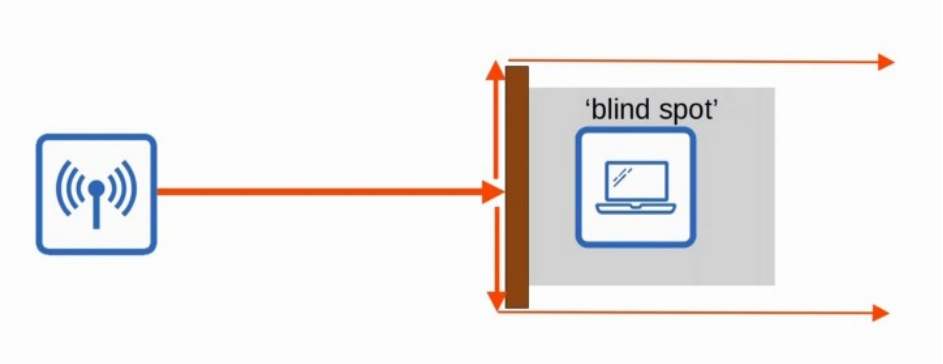
- La réflexion se passe lorsqu’un signal rebondit sur du matériel par exemple du métal.
C’est pourquoi la réception du Wifi est mauvaise dans un ascenseur, car le signal rebondit sur le métal et ne passe que très peu à travers l’ascenseur.



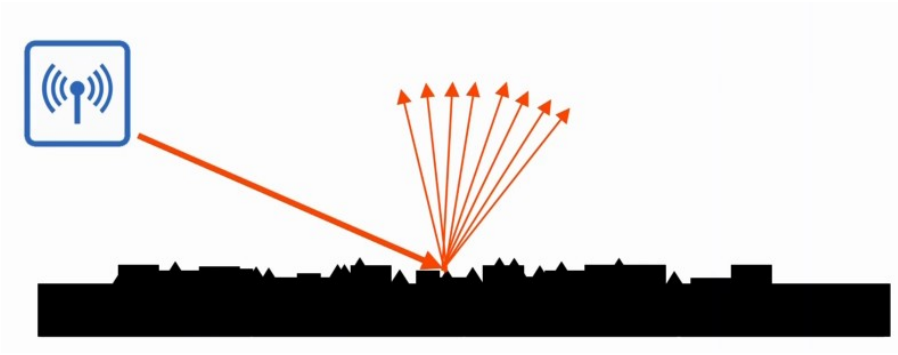
- La réfraction se passe lorsqu’une onde passe dans une surface ou le signal peut traverser différentes vitesses. Par exemple de la glace, de l’eau, peuvent réfracter les ondes.



- La diffraction se passe lorsqu’une onde rencontre un obstacle et le contourne.
Cela peut résulter à se qu’il y ait des « zones aveugles ».



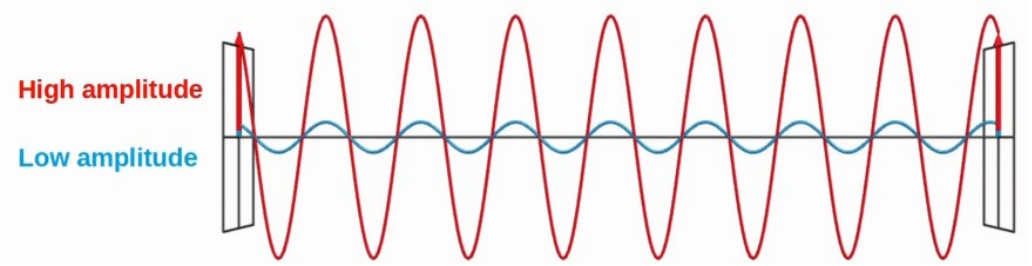
- La
dispersion apparaît lorsqu’un matériel cause au signal de se disperser dans toutes les directions. Par exemple le sable, la poussière, etc.. peuvent causer le dispersement du signal.



Tous ces phénomènes : l'absorption, la réflexion, la réfraction, la diffraction, et l'éparpillement sont des facteurs qui affectent la qualité d'un signal sans fil.
Lorsque l'on planifie une architecture sans fil, il faut prendre tous ces facteurs en compte.

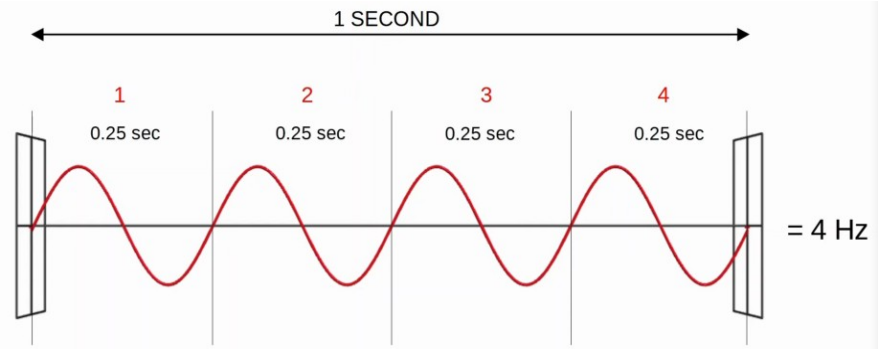
4) Une dernière chose à prendre en considération est l'interférence. Les autres appareils qui utilisent la même chaîne peuvent causer des interférences.
Par exemple, une LAN sans fil dans un appartement ou une maison connecté avec des appareils dans la même chaîne.

Pour envoyer des signaux sans fil, l'envoyeur applique un courant alternatif à une antenne. Cela crée des champs électromagnétique qui se propagent en ondes.
Les ondes électromagnétiques peuvent se mesurer de plusieurs façons, par exemple en amplitude et en fréquences.
L'amplitude est la longueur maximal d'un champs électrique et magnétique.
Par exemple dans l'exemple suivant, en bleu se trouve la plus haute amplitude et en rouge la plus basse amplitude.



La fréquence mesure le nombre de cycle haut/bas par unité de temps donné.
La mesure la plus commune de mesure de fréquence est le hertz.
→ Hz (Hertz) = cycles par secondes.
→ kHz (Kilohertz) = 1 000 cycles par secondes.
→ mHz (Megahertz) = 1 000 000 cycles par secondes.
→ GHz (Gigahertz) = 1 000 000 000 cycles par secondes.
→ THz (Terahertz) = 1 000 000 000 000 cycles par secondes.

Par exemple si l'on veut mesurer le nombre en Hz de fréquences de cette image ci dessous :



On compte le nombre de cycle pour la seconde, ici on peut en compter 4, ce qui fais 4Hz.
Un autre terme important est la période, il s'agit du montant de temps d'un cycle.
Donc si une fréquence est de 4Hz, la période est de 0,25 secondes.
Les fréquences visible ont pour classement de 400THz à 790THz.
Les fréquences radio on pour classement de 3Hz à 300GHz et ont de nombreuses utilités.

Voici un tableau tiré de Wikipédia avec contenu tout le classement des différentes fréquences :

Désignation internationale	Désignation francophone	Fréquence	Longueur d'onde	Autres appellations	Exemples d'utilisation
ELF (*extremely low frequency*)	EBF (extrêmement basse fréquence)	3 Hz à 30 Hz	100 000 km à 10 000 km		Détection de phénomènes naturels
SLF (*super low frequency*)	SBF (super basse fréquence)	30 Hz à 300 Hz	10 000 km à 1 000 km		Communication avec les sous-marins
ULF (*ultra low frequency*)	UBF (ultra basse fréquence)	300 Hz à 3 000 Hz	1 000 km à 100 km		Détection de phénomènes naturels
VLF (*very low frequency*)	TBF (très basse fréquence)	3 kHz à 30 kHz	100 km à 10 km	ondes myriamétriques	Communication avec les sous-marins, Implants médicaux, Recherches scientifiques…
LF (*low frequency*)	BF (basse fréquence)	30 kHz à 300 kHz	10 km à 1 km	grandes ondes ou ondes longues ou kilométriques	Radioamateur, Radionavigation, Radiodiffusion GO, Radio-identification
MF (*medium frequency*)	MF (moyenne fréquence)	300 kHz à 3 MHz	1 km à 100 m	petites ondes ou ondes moyennes ou hectométriques	Radioamateur, Radiodiffusion PO, Service maritime, Appareil de recherche de victimes d'avalanche
HF (*high frequency*)	HF (haute fréquence)	3 MHz à 30 MHz	100 m à 10 m	ondes courtes ou décamétriques	Organisations diverses, Militaire, Radiodiffusion OC, Maritime, Aéronautique, Radioamateur, Météo, Radio de catastrophe, etc.
VHF (*very high frequency*)	THF (très haute fréquence)	30 MHz à 300 MHz	10 m à 1 m	ondes ultra-courtes ou métriques	Radiodiffusion FM, Radiodiffusion RNT, Aéronautique, Maritime, Radioamateur, Gendarmerie nationale française, Pompiers, SAMU, Réseaux privés, taxis, militaire, Météo, etc.
UHF (*ultra high frequency*)	UHF (ultra haute fréquence)	300 MHz à 3 GHz	1 m à 10 cm	ondes décimétriques	Réseaux privés, militaire, GSM, GPS, téléphones sans fil (DECT), Téléphonie mobile, Wi-Fi, Télévision, Radioamateur, etc.
SHF (*super high frequency*)	SHF (super haute fréquence)	3 GHz à 30 GHz	10 cm à 1 cm	ondes centimétriques	Réseaux privés, Wi-Fi, Téléphonie mobile, Micro-onde, Radiodiffusion par satellite (TV), Faisceau hertzien, Radar météorologique, Radioamateur, etc.
EHF (*extremely high frequency*)	EHF (extrêmement haute fréquence)	30 GHz à 300 GHz	1 cm à 1 mm	ondes millimétriques	Réseaux privés, Téléphonie mobile, Radars anticollision pour automobiles, Liaisons vidéo transportables, Faisceau hertzien, Radioamateur, etc.
Térahertz	Térahertz	300 GHz à 3 000 GHz	1 mm à 100 µm	ondes submillimétriques	scanner corporel

Le wifi utilise deux bandes principale (classement de fréquence)
- La première est la bande en 2,4GHz, le classement de cette bande est de 2,4000GHz à 2,4835GHz
- Il y a aussi la bande de 5GHz, le classement de cette bande est de 5,5150GHz à 5,825GHz.

Cette bande est divisé en 4 petites bandes allant de :
5,150GHz à 5,250GHz
5,250GHz à 5,350GHz
5,470GHz à 5,725GHz
5,725GHz à 5,825GHz

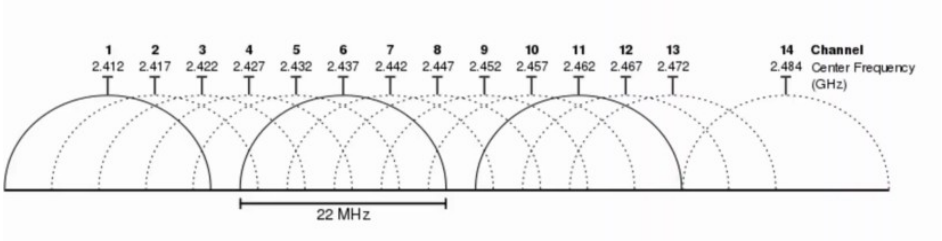
La bande de 2,4GHz fournit un étendue plus élevé dans les grands espaces et une meilleur pénétration des obstacles comme les murs.
Cependant il y a plus d'appareils à utiliser les bandes de 2,4GHz donc les interférences peuvent être un plus grand problème comparé aux bandes de 5GHz.
Le Wifi 6 (802.11ax) à étendu le classement des ondes pour inclure une bande dans les 6GHz.

Chaque bande est divisé en plusieurs chaînes et les appareils sont configurés pour transmettre et recevoir le trafique sur une (ou plus) de ces chaînes.
Les bandes de 2,4GHz sont divisés en plusieurs chaînes, chacune d'un classement de 22MHz.

Voici une capture d'écran des chaînes utilisés en fonction des pays :

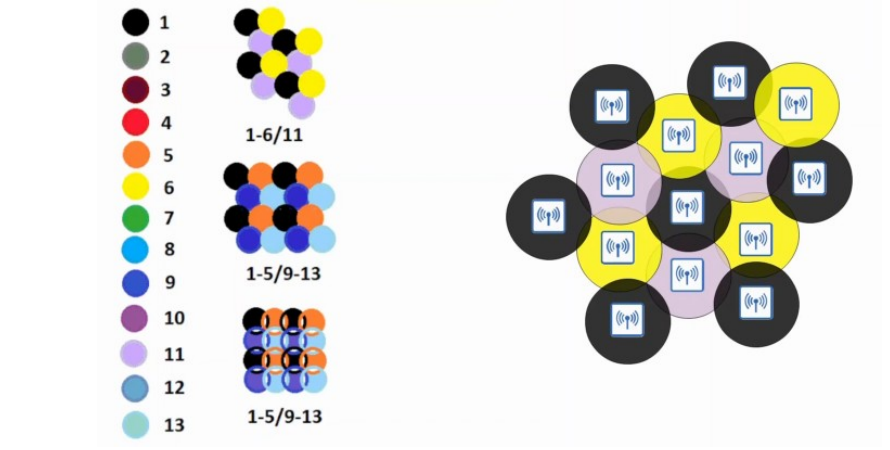
Canal	Fréquence (GHz)	Pays	Note
1	2,412	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
2	2,417	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
3	2,422	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
4	2,427	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
5	2,432	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
6	2,437	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
7	2,442	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
8	2,447	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
9	2,452	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	
10	2,457	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	Ancien plan de bande en France et en Espagne
11	2,462	Japon, Europe ETSI, États-Unis FCC	Ancien plan de bande en France et en Espagne
12	2,467	Japon, Europe ETSI	Ancien plan de bande en France
13	2,472	Japon, Europe ETSI	Ancien plan de bande en France
14	2,484	Japon	

La chaîne 14 est uniquement utilisé au Japon.
Il faut faire attention auxquelles chaînes utiliser pour éviter les interférences.
Dans un petit réseau sans fil LAN avec seulement un seule point d'accès on peut utiliser n'importe quelle chaîne. Cependant dans de grandes WLANs avec plusieurs points d'accès, il est important que les points d'accès adjacents n'utilisent pas et ne passe pas sur les autres chaînes. Cela aide à éviter les interférences.
Dans une bande en 2,4GHz, il est recommandé d'utiliser les chaînes : 1, 6 et 11.



On remarque
sur le diagramme ci dessus que les trois chaînes 1, 6 et 11 n'interfèrent pas l'une à l'autre.
Sur les bandes de 5GHz consistent à ne pas passer sur les chaînes, donc il est plus facile d'éviter les interférences entre les points d'accès adjacent.

Il est possible de placer les point d'accès de sorte qu'ils n'interfèrent pas entre eux.



Voici les noms des principales fréquences utilisés :

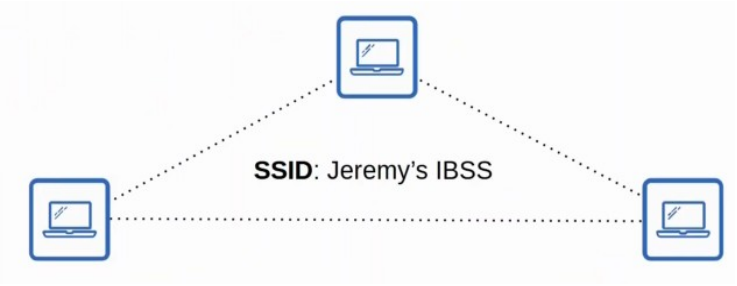
Standard	Frequencies	Max Data Rate (theoretical)	Alternate Name
802.11	2.4 GHz	2 Mbps	
802.11b	2.4 GHz	11 Mbps	
802.11a	5 GHz	54 Mbps	
802.11g	2.4 GHz	54 Mbps	
802.11n	2.4 / 5 GHz	600 Mbps	'Wi-Fi 4'
802.11ac	5 GHz	6.93 Gbps	'Wi-Fi 5'
802.11ax	2.4 / 5 / 6 GHz	4*802.11ac	Wi-Fi 6'

Voyons à présent un dernier point à propos des ensembles de services qui sont les groupes d'appareils de réseau sans fil.
Il y a trois types d'ensemble de services :
→ Independant
→ Infrastructure
→ Mesh

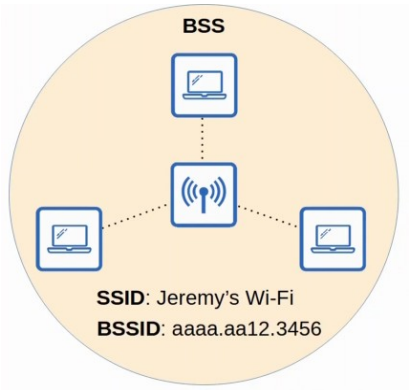
Tous les appareils dans un ensemble de service partagent le même SSID (service set identifier). Le SSID est un nom lisible par l'humain qui identifie l'ensemble du service.
Le SSID n'a pas à être unique.

Un IBSS (Independant Basic Service Set) est un réseau sans fil dans un réseau dans lequel deux ou plus d'appareils sans fil se connectent directement sans utiliser de point d'accès.
Il est aussi appelé un réseau ad hoc
Il peut être utilisé pour le transfert de fichier (Par exemple par Airdrop)

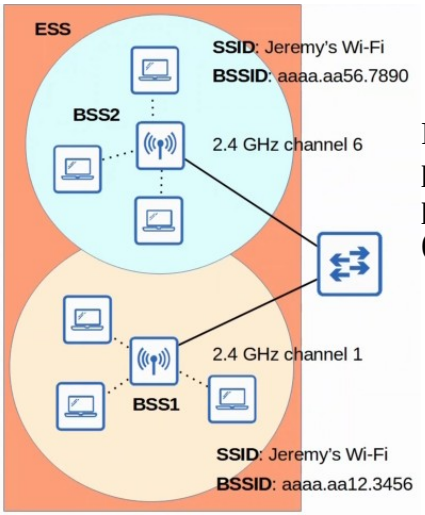
Il n’est pas évolutif pour quelques appareils.



Un BSS (Basic Service Set) est un type d’Infrastructure Service Set dans lequel les clients se connectent à chacun par un point d’accès, mais pas directement l’un à l’autre.



Le BSSID (Basic Service Set ID) est utilisé pour uniquement identifier le point d’accès.
D’autres points d’accès peuvent utiliser le même SSID mais pas le même BSSID.
Le BSSID est l’adresse MAC de la radio du point d’accès.
Les appareils sans fil font la requête de s’associer avec le BSS.
Les appareils sans fil qui se sont associés avec le BSS sont appelés les « clients » ou « stations ».
Un autre terme important est le BSA (Basic Service Area) qui permet d’identifier la zone ou le signal est utilisable.
Dans un BSS les appareils sont directement connectés par une IP, le BSA se réfère seulement à la zone d’utilisation pour joindre un appareil au BSS.
Dans ce type d’infrastructure les clients devraient communiquer par le point d’accès et non pas directement entre eux.

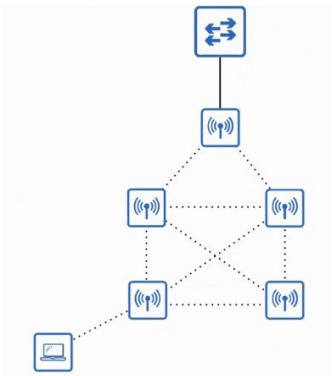


Pour créer un large accès sans fil pour agrandir l’étendu d’un seule point d’accès, on utilise un ESS (Extended Service Set)

Les points d’accès avec leurs propre BSS sont connectés avec un réseau câblé.
Chaque BSS utilise le même SSID
Chaque BSS possède son propre BSSID
Chaque BSS utilise différentes chaînes pour éviter les interférences.

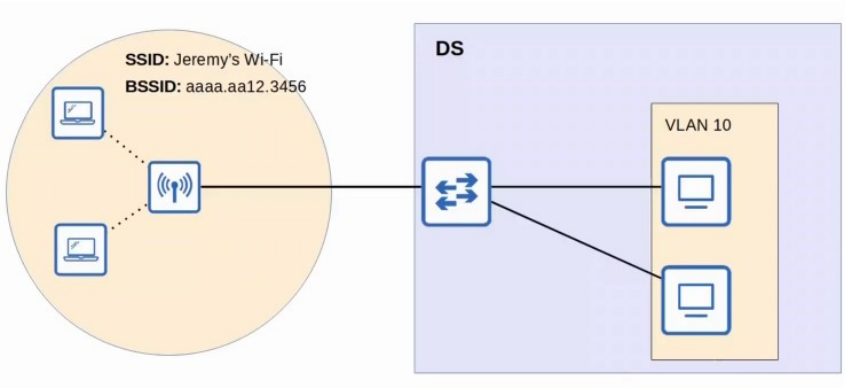
Les clients peuvent passer entre les points d’accès sans avoir à se reconnecter, se qui évite les changement de Wifi lorsque l’on bouge entre les points d’accès.
Ceci est appelé le « roaming » ou itinérance.
Les BSA devrait se chevaucher d’à peut près 10 à 15 %

Le dernier type de Service Set que nous étudierons est le MBSS (Mesh Basic Service Set) qui peut être utilisé dans des situations ou il est difficile de lancer une connexion Ethernet à tous les points d’accès.

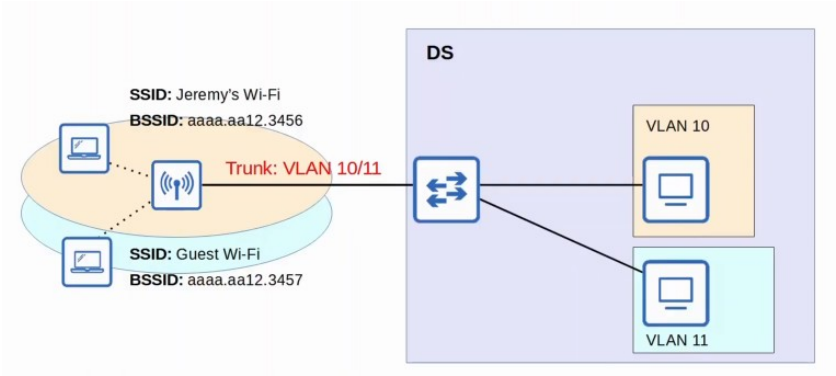


Les points d’accès Mesh utilisent deux radios : un pour fournir un BSS au point d’accès du client et un autre pour former une liaison terrestre qui est utilisé pour partager en pont le trafique d’un point d’accès vers un autre point d’accès.
Il n’y a qu’un point d’accès qui est connecté au réseau câblé il est appelé le RAP (Root Access Point) Dans le réseau précédent le RAP est celui connecté au Switch.
Les autres points d’accès sont appelés des MAP (Mesh Access Point)
Un protocole est utilisé pour déterminer le meilleur chemin à emprunter (de la même manière que le routage dynamic est utilisé pour déterminer le meilleur chemin vers une destination).
La plupart des réseau sans fil ne sont pas seules.
Il y a une manière pour les clients sans fil de connecter à un appareil câblé à une infrastructure réseau.
Dans le 802.11 le réseau câblé est appelé le DS (Distribution System)
Chaque BSS sans fil ou ESS est cartographié vers le VLAN du réseau câblé.

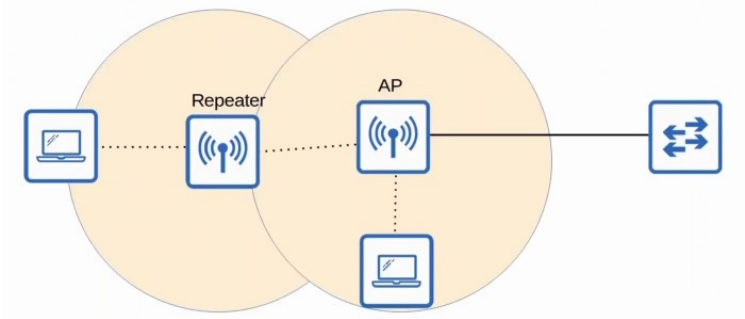
Voici un exemple :



Il est possible pour un point d'accès de fournir plusieurs LAN sans fil chacune avec un SSID unique.
Chaque WLAN est cartographié à une VLAN séparé et connecté à un réseau câblé par un Trunk.
Chaque WLAN utilise un BSSID unique et incrémente le dernier chiffre du BSSID par un.
Voici un exemple :

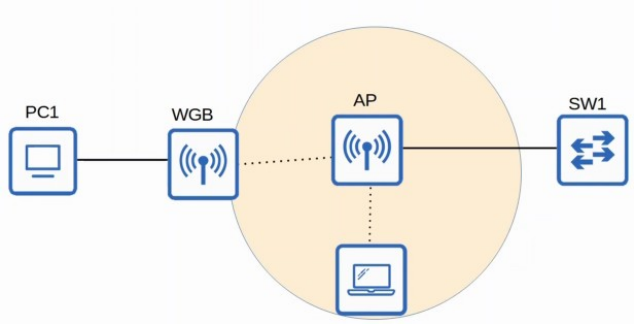


Un point d'accès peut fonctionner avec des modes additionnels.
Un point d'accès en mode répéteur peut être utilisé pour étendre la réception du BSS.
Le répéteur va simplement retransmettre n'importe quelle signal reçu du point d'accès.
Un répéteur avec une seule radio va fonctionner sur la même chaîne que le point d'accès. Mais cela peut drastiquement réduire le débit de la chaîne de 50 %
Un répéteur avec deux radios peut recevoir sur une chaîne et puis retransmettre dur une autre chaîne.
Voici un exemple :



Un Workgroup
bridge (WGB) fonctionne comme un client sans fil d'un autre point d'accès, et peut être utilisé pour connecter des appareil filaire à un réseau sans fil.
Dans l'exemple ci dessous, le PC1 ne peut pas avoir de capacités sans fil et aussi n'a pas accès à des connexion câblé vers le SW1

Cependant le PC1 à une connexion câblé vers le WGB qui a une connexion sans fil vers le point d’accès.
Il existe deux type de WGBs :
Universal WGB (uWGB) qui est un standard 802.11 qui permet à un appareil d’être en pont avec les appareils sans fil.
Le WGB est une version propriétaire Cisco du standard 802.11 qui permet plusieurs appareil câblé d’être en pont avec le réseau sans fil.



Un Outdoor Bridge peut être utilisé pour connecter un réseau sur de longues distances sans utiliser de câble physique les connectant.
Les points d’accès utilisent des antennes spécialisés qui se concentrent sur le signal sur une direction, qui permettent au connexion sans fil de se faire sur de longues distances.
La connexion peut être de point à point comme dans le diagramme ci dessous ou en point à multipoint dans lequel plusieurs sites se connectent à un seule site central.